

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-208382

(43)Date of publication of application : 12.08.1997

(51)Int.Cl.

C30B 15/30

C30B 15/32

(21)Application number : 08-015048

(71)Applicant : SUMITOMO SITIX CORP

(22)Date of filing : 31.01.1996

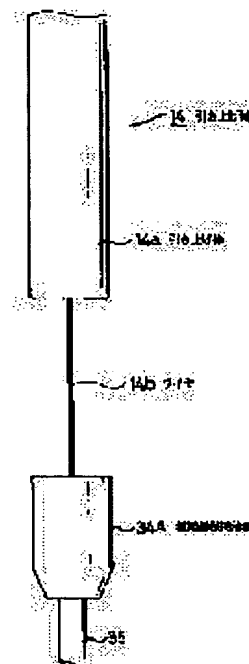
(72)Inventor : IZUMI TERUO

(54) APPARATUS FOR GROWING SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the product yield and safety without increasing the exchange frequency of a pulling up shaft even in the case of a large-sized single crystal by installing a wire between a pulling up bar for pulling up the single crystal and a jig for holding a seed crystal.

SOLUTION: This apparatus for growing a single crystal has a jig 34A for holding a seed crystal 35 connected to the lower end of a pulling up shaft 14 and further the seed crystal 35 is attached to the lower end, of the jig 34A. The upper part of the pulling up shaft 14 is composed of both a pulling up bar 14a made of an SUS, molybdenum, etc., having about 30-300mm diameter, about 1.5-4m length and a rod-like shape and a wire 14b made of tungsten, molybdenum, etc., having about 1-5mm diameter and about 0.03-1m length. The torsional vibration is absorbed by the wire 14b to reduce the shearing stress acting on a necking part of the single crystal and remarkably improve the safety of the operation. Since the length of the wire 14b is much smaller than that of the pulling up shaft 14, the sway of the single crystal is not caused and winding up with a drum is not required. Thereby, the inhibition of the verticality of the pulling up shaft 14 due to the winding up habit is not caused and the wire 14b is not deteriorated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.04.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

2949571

[Date of registration]

09.07.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

09.07.2002

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-208382

(43) 公開日 平成9年(1997)8月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/30			C 3 0 B 15/30	
15/32			15/32	

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-15048

(22) 出願日 平成8年(1996)1月31日

(71) 出願人 000205351

住友シチックス株式会社

兵庫県尼崎市東浜町1番地

(72) 発明者 和泉 輝郎

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

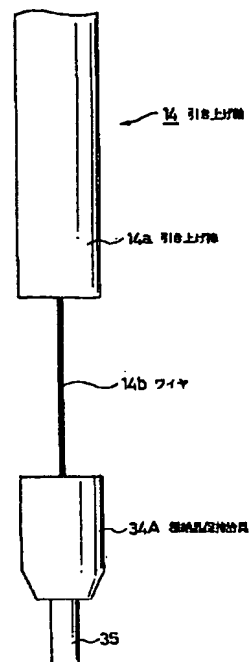
(74) 代理人 弁理士 井内 龍二

(54) 【発明の名称】 単結晶成長装置

(57) 【要約】

【課題】 引き上げ軸がワイヤにより構成されていると、引き上げ時に単結晶の揺れが生じ易く、またこの揺れの抑制が困難に成り易い。ワイヤは巻き取られるためワイヤの劣化が避けられず、ワイヤの摩耗による発塵が引き上げられる単結晶に悪影響を及ぼして製品歩留まりを低下させる可能性がある。また、ワイヤが太くなるとドラムでの巻き癖が顕著になってワイヤの鉛直性が阻害される場合が生じる。

【解決手段】 単結晶を引き上げる引き上げ棒14aと種結晶保持治具34Aとの間にワイヤ14bを介装する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単結晶を引き上げる引き上げ棒と種結晶保持治具との間にワイヤが介装されていることを特徴とする単結晶成長装置。

【請求項2】 ワイヤの周囲に筒状ガイドが設けられていることを特徴とする請求項1記載の単結晶成長装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は単結晶成長装置に関し、より詳細にはゲルマニウムやシリコン等の半導体単結晶を成長させるための単結晶成長装置に関する。

【0002】

【従来の技術】単結晶を成長させるには種々の方法があるが、その一つにチョクラルスキー法（以下、CZ法と記す）がある。図4は従来のCZ法に用いられる単結晶成長装置を模式的に示した断面図であり、図中31は坩堝を示している。

【0003】この坩堝31は、有底円筒形状の石英製の内層保持容器31aと、この内層保持容器31aの外側に嵌合された同じく有底円筒形状の黒鉛製の外層保持容器31bとから構成されており、坩堝31は図中の矢印方向に所定の速度で回転する支持軸39に支持されている。この坩堝31の外側には抵抗加熱式のヒータ32、及びヒータ32の外側には坩堝31への熱移動を促進する保温筒42が同心円状に配置されており、坩堝31内にはこのヒータ32により溶融させられた単結晶用原料の熔融液33が充填されるようになっている。

【0004】坩堝31の中心軸上には引き上げ棒あるいはワイヤ等からなる引き上げ軸34が吊設されており、この引き上げ軸34の先に種結晶保持治具34Aを介して取り付けられた種結晶35を熔融液33の表面に接触させ、引き上げ軸34を支持軸39と同一軸心で同方向または逆方向に所定の速度で回転させながら引き上げることで、熔融液33を凝固させて単結晶36を成長させるようになっている。

【0005】図5は引き上げ軸としての引き上げ棒の一部分を示した部分拡大正面図である。

【0006】図中34aは直径が66mm程度の引き上げ棒を示しており、この引き上げ棒34aにより引き上げ軸は構成されている。引き上げ棒34aの下端部には種結晶保持治具34Aが取り付けられており、種結晶保持治具34Aの下端部には種結晶35が取り付けられている。

【0007】上記引き上げ棒型の引き上げ軸が装備された単結晶成長装置においては、引き上げ棒34aが上下方向に鉛直に移動されるため、単結晶36の引き上げ中及び単結晶36の取り出し時において単結晶36の横振れを殆どなくすることができる。

【0008】しかしながら、ねじれ振動等の発生により単結晶36に剪断応力が加わる場合があり、この場合に

は前記剪断応力が単結晶36のネック部分36aに集中し易く、ネック部分36aが折損し単結晶36が落下してしまう虞がある。

【0009】また、引き上げ棒34aの前記鉛直性は機械的な精度に依存するものであるため、前記鉛直性を得るには引き上げ棒34a支持部の精密性が要求される。

【0010】図6は引き上げ軸としてのワイヤの一部分を示した部分拡大正面図である。

【0011】図中34bは直径が4mm程度のワイヤを示しており、ワイヤ34bの下端部には種結晶保持治具34Aが取り付けられている。

【0012】上記ワイヤ型の引き上げ軸が装備された単結晶成長装置においては、上記ねじれ振動等による剪断応力がワイヤ34bにより吸収されて単結晶36に作用しにくく、またワイヤ34bの鉛直性は機械的な精度に依存することがないのでワイヤ34b設置時の極端な精密性が要求されることはない。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記ワイヤ型の単結晶成長装置においては、単結晶36が揺れた場合にはその抑制が困難に成り易く、単結晶36が落下する危険性があるといった課題があり、引き上げる単結晶36が大型化した場合においては特に危険であった。

【0014】また、単結晶36の大型化に伴ってワイヤ34bの径を太くする必要があり、この場合には前記ドラムでの巻き癖が顕著になって上記ワイヤ34bの鉛直性が阻害される場合が生じるといった課題があった。

【0015】さらに、ワイヤ34bがドラムで巻き上げられるという構造上、ワイヤ34bの劣化は避けられず、ワイヤ34bを定期的に新しいものと交換する必要があると共に、ワイヤ34bの摩耗による発塵が、引き上げられる単結晶に悪影響を及ぼして製品歩留まりを低下させる可能性があるといった課題があった。

【0016】本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、大型の単結晶を引き上げる場合であっても、単結晶の揺れを防止し、引き上げ軸交換回数を増大させることなく、引き上げ軸の鉛直性を保持しながら製品歩留まりを低下させることなく、安全に単結晶を成長させることができる単結晶成長装置を提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段及びその効果】上記目的を達成するために本発明に係る単結晶成長装置は、単結晶を引き上げる引き上げ棒と種結晶保持治具との間にワイヤが介装されていることを特徴としている。

【0018】上記構成の単結晶成長装置によれば、引き上げ棒と種結晶保持治具との間に介装されたワイヤによりねじれ振動が単結晶に作用するのを抑制することができるため、引き上げ棒からなる引き上げ軸に比べると単結晶のネック部に作用する剪断応力による負荷が大きく

軽減されることになり、安全性が大幅に向上する。

【0019】また、引き上げ軸の基本部分が引き上げ棒により構成されていて、従来のワイヤからなる引き上げ軸に比べてそのワイヤ長さが非常に短いので、単結晶に揺れを生じることがなく、しかもドラムによる巻き上げを行う必要がないため、引き上げ軸に巻き癖が生じて引き上げ軸の鉛直性が阻害されることはなく、ワイヤが劣化することも殆どない。

【0020】また、本発明に係る単結晶成長装置は、単結晶を引き上げる引き上げ棒と種結晶保持治具との間にワイヤが介装され、該ワイヤの周囲に筒状ガイドが設けられていることを特徴としている。

【0021】上記構成の単結晶成長装置によれば、ワイヤが筒状ガイドにより略覆われているため、仮に単結晶に対して大きな揺れを生じる力が加わったとしても筒状ガイドにより規制され、微量の発塵が生じたとしても該発塵が単結晶に悪影響を及ぼすのを回避することができる。

【0022】よって、大型の単結晶を引き上げる場合であっても、単結晶に揺れを生じることがなく、引き上げ軸の鉛直性を保持しながら製品歩留まりを低下させることなく、安全に単結晶を成長させることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に係る単結晶成長装置を図面に基ついて説明する。従来と同一の機能を有する構成部品には同一の符号を付してある。

【0024】＜実施の形態1＞図1は実施の形態1に係る単結晶成長装置を構成する引き上げ軸の一部分を示した拡大断面図であり、図中14は引き上げ軸を示している。引き上げ軸14の下端部には種結晶保持治具34Aが接続されており、種結晶保持治具34Aの下端部には種結晶35が取り付けられている。引き上げ軸14の上部は引き上げ棒14aにより構成され、引き上げ棒14aの底面中央部と種結晶保持治具34Aの上面中央部との間にはワイヤ14bが介装されている。これら引き上げ棒14a、ワイヤ14bを含んで引き上げ軸14は構成されている。その他の構成は図3に示した単結晶成長装置と同様である。

【0025】引き上げ棒14aはSUS、モリブデン等により形成された直径30～300mm、長さ1.5～4m程度の棒形状を有するものが望ましく、ワイヤ14bはタングステン、モリブデン等により形成された、直径1～5mm、長さ0.03～1m程度のものが望ましい。ワイヤ14bの長さは引き上げられる単結晶36の大きさやワイヤ14bの太さ、強度等によって決定される。

【0026】このように構成された単結晶成長装置によれば、引き上げ棒14aと種結晶保持治具34Aとの間に介装されたワイヤ14bによりねじれ振動を吸収することができ、単結晶36のネック部に作用する剪

断応力が大きく軽減されることになり、安全性を大幅に向上させることができる。

【0027】また、引き上げ軸14の基本部分が引き上げ棒14aにより構成されていて、従来のワイヤ34bからなる引き上げ軸34に比べてそのワイヤ長さが非常に短いので、単結晶36に揺れを生じることがなく、しかもドラムによる巻き上げを行う必要がないことから、引き上げ軸14に巻き癖が生じて引き上げ軸14の鉛直性が阻害されることはなく、ワイヤ14bが劣化することも殆どない。

【0028】上記実施の形態1においては、ワイヤ14bが引き上げ棒14aと種結晶保持治具34Aとの間に1本介装されている構成を示したが、何れこれに限定されるものでなく、別の実施の形態においては引き上げ棒14aと種結晶保持治具34Aとの間にワイヤ14bが複数本介装されていてもよい。

【0029】＜実施の形態2＞図2は実施の形態2に係る単結晶成長装置を構成する引き上げ軸の一部分を示した拡大断面図である。なお、実施の形態1に係る単結晶成長装置と同一の機能を有する構成部品には同一の符号を付してある。

【0030】図中24は引き上げ軸を示しており、引き上げ軸24の上部は引き上げ棒14aにより構成され、引き上げ棒14aの底面中央部と種結晶保持治具34Aの上面中央部との間にはワイヤ14bが介装されている。引き上げ棒14aの底面周辺部からは種結晶保持治具34Aの上面周辺部へ向かってワイヤ14bを取り囲むように外側筒状ガイド14cが取り付けられており、種結晶保持治具34Aの底面周辺部からは引き上げ棒14aの上面周辺部へ向かってワイヤ14bを取り囲むように内側筒状ガイド14dが取り付けられている。種結晶保持治具34Aと外側筒状ガイド14cとの間には所定の寸法の隙間15aが設けられており、引き上げ棒14aと内側筒状ガイド14dとの間には所定の寸法の隙間15bが設けられている。これら引き上げ棒14a、ワイヤ14b、外側筒状ガイド14c、内側筒状ガイド14dを含んで引き上げ軸24は構成されている。その他の構成は図1に示した単結晶成長装置と同様である。

【0031】外側筒状ガイド14c、内側筒状ガイド14dはSUS、モリブデン等により形成された、外径5～300mm、内径3～280mm、長さ0.03～1m程度のものが望ましい。

【0032】隙間15a、15bは0.3～10mm程度とすることによりワイヤ14bの鉛直性が保たれ、ワイヤ14bのある程度の自由な動きが保証される状態とするのが望ましい。

【0033】このように構成された単結晶成長装置によれば、ワイヤ14bが外側筒状ガイド14c及び内側筒状ガイド14dにより略覆われているため、仮に単結晶36に対して大きな揺れを生じる力が加わったとしても

外側筒状ガイド14c及び内側筒状ガイド14dにより規制され、微量の発塵が生じたとしても該発塵が単結晶36に悪影響を及ぼすのを回避することができる。

【0034】よって、大型の単結晶36を引き上げる場合であっても、単結晶36に揺れを生じることなく引き上げ軸24の鉛直性を保持しながら製品歩留まりを低下させることなく、安全に単結晶を成長させることができる。

【0035】

【実施例及び比較例】

<実施例>実施例では、図2に示した引き上げ軸24を以下に示す条件により製造した。

【0036】ワイヤ14b：タングステン製、直径0.15mmのワイヤ19本撚りをさらに19本撚った外径3.75mmφ、長さ0.20mのワイヤ

引き上げ棒14a：SUS製、直径66mm、長さ3.5m

外側筒状ガイド14c：SUS製、外径66mm、内径62mm、長さ0.19m

隙間15a：10mm

内側筒状ガイド14d：SUS製、外径60mm、内径56mm、長さ0.19m

隙間15b：10mm

ワイヤ14bの長さは以下の計算により算出して決定した。

【0037】まず例えば、半径(R)が0.15[m]、長さ(h)が0.2[m]のシリコン単結晶の慣性モーメント(I)は

【0038】

【数1】 $I = \frac{1}{2} \pi R^4 h / g$ [kgf・s²・m] 30
で表される。ここで、 γ はシリコン単結晶の密度で2300[kg/m³]、 g は重力加速度で9.8[m/s²]である。従って、

【0039】

【数2】

$I = 3.73 \times 10^{-2}$ [kgf・s²・m]
となる。次に、ワイヤのねじり剛性(k)は

【0040】

【数3】 $k = G \pi r^4 / 2 L T$ [kgf・m] 40
で表される。ここでGは横弾性率1.35×10¹⁰[kgf/m²]、 r はワイヤ半径1.875×10⁻³[m]、Lはワイヤ長さ[m]、Tは可振度(torsionability number)約700である。従って、

【0041】

【数4】 $k = 3.74 \times 10^{-4} \times L^{-1}$ [kgf・m]
となる。上述のシリコン単結晶の慣性モーメント(I)及びワイヤのねじり剛性(k)を用いた場合にねじれ振動周期(t[s])は

【0042】

【数5】 $t = 2 \pi (I/k)^{1/2}$ [s]

で表わせるため、数2式及び数4式を数5式へ代入すると、

【0043】

【数6】 $t = 62.7 \times L^{1/2}$ [s]

となる。

【0044】図3はワイヤ長さ(L[m])と数6式により求められたねじれ振動周期(t[s])との関係を示したグラフである。

【0045】図3から明らかなように、ワイヤ長さ(L)が長くなるほどねじれ振動周期(t)は長くなるため、ワイヤ長さが長い程、前記ねじれ振動周期による単結晶36への剪断応力の影響は少なくなる。

【0046】実際、単結晶成長時において問題となるのは10秒以下の数秒単位のねじれ振動周期であることから、ワイヤ14bの長さとしては0.03m以上の長さが必要であると考えられる。そこで、実施例においてはワイヤ14bの長さを0.2mとした。

【0047】上記実施例に係る単結晶成長装置を用い、単結晶用原料として300kgの多結晶シリコンを用いて直径300mm、長さ1.5m、総重量250kg程度の単結晶36を成長させる操作を20回行い、観察を行った。

【0048】上記実験の結果、20回の全操作時において、単結晶引き上げ中、及び単結晶取り出し時におけるねじれ振動、単結晶揺れ等は観察されなかった。また、引き上げ操作20回後においてもワイヤ14bの損傷は観察されなかった。

【0049】<比較例1>比較例1では、図5に示した引き上げ棒型の引き上げ軸を以下に示す条件により製造した。

【0050】引き上げ棒34a：SUS製、直径66mm、長さ3.5m

上記比較例1に係る引き上げ棒34aが装備された単結晶成長装置を用い、実施例の場合と同様にして単結晶36を成長させ、観察を行った。

【0051】上記実験の結果、20回の全操作時において、単結晶長さが0.5m程度である単結晶引き上げ途中の時点で、周期が2～3秒程度のねじれ振動が生じ、20回中6回の引き上げ操作において単結晶36がネック部から破損して落下する現象が生じた。

【0052】<比較例2>比較例2では、図6に示したワイヤ型の引き上げ軸を以下に示す条件により製造した。

【0053】ワイヤ34b：タングステン製、直径3.75mm、長さ3.5m

上記比較例2に係るワイヤ34bが装備された単結晶成長装置を用い、実施例の場合と同様にして単結晶36を成長させ、観察を行った。

【0054】上記実験の結果、20回中7回の引き上げ操作において、引き上げ途中で顕著な単結晶揺れが生

じ、制御が困難となったために引き上げを中断した。また、20回中4回の引き上げ操作において単結晶取り出し時に単結晶揺れが生じ、単結晶36とチャンバとが接触して、前記4回中2回の引き上げ操作において単結晶36が落下した。さらに、引き上げ操作18回目以降は、何れも単結晶長さが0.5m以下の時点で多単結晶化した。加えて、引き上げ操作20回後にワイヤ34bを調査したところ数十箇所それぞれ数本の素線切れが確認された。

【0055】以上の結果から明らかなように、実施例に係る単結晶成長装置においては、比較例に係る単結晶成長装置に比べてネック部に作用する負荷を大きく軽減することができ、安全性を大幅に向上させることができた。また、大型の単結晶であっても安定して成長させることができ、製品歩留りを著しく向上させることができた。

【図面の簡単な説明】

*【図1】本発明の実施の形態に係る引き上げ軸を示した拡大断面図である。

【図2】別の実施の形態に係る引き上げ軸を示した拡大断面図である。

【図3】ワイヤ長さとねじれ振動周期との関係を示したグラフである。

【図4】従来のCZ法による単結晶成長装置を示した模式的断面図である。

【図5】引き上げ棒型の引き上げ軸を示した部分拡大正面図である。

【図6】ワイヤ型の引き上げ軸を示した部分拡大正面図である。

【符号の説明】

14a 引き上げ棒

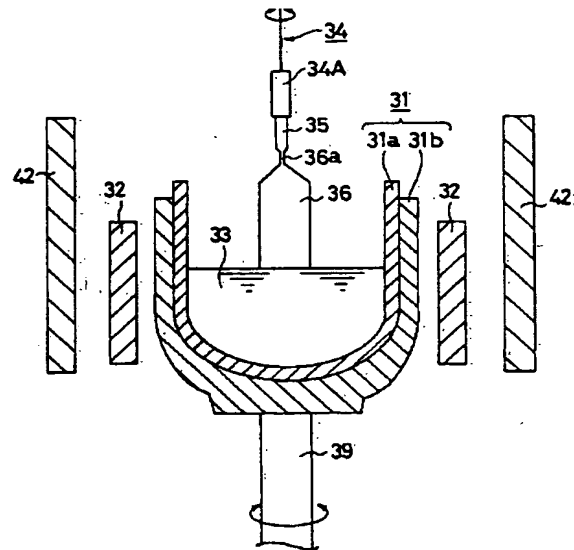
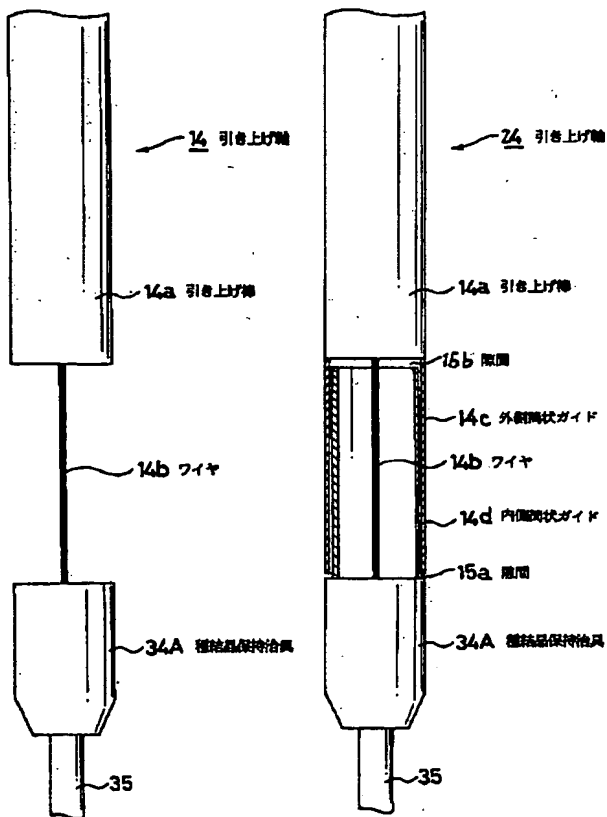
14b ワイヤ

34A 種結晶保持治具

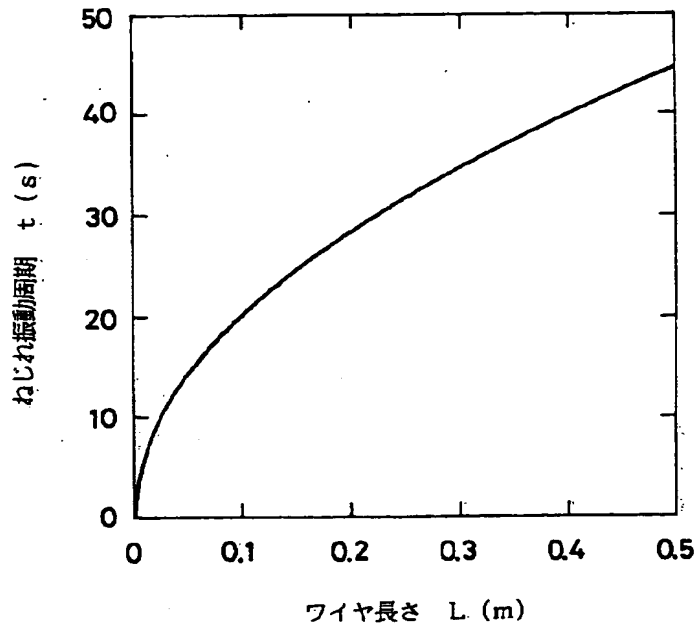
【図1】

【図2】

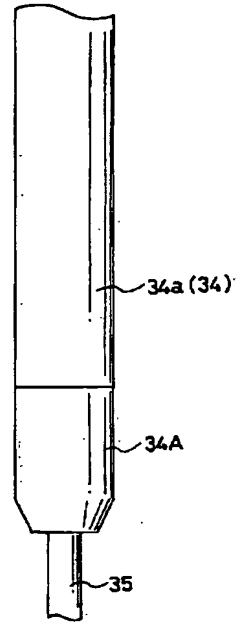
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

